Morphologische Anpassungserscheinungen am Kehlkopf einiger aquatiler Säugetiere

Von Rolf Schneider

Aus dem Senckenbergischen Anatomischen Institut der Universität Frankfurt am Main, Direktor: Prof. Dr. med. D. Starck

Eingang des Ms. 8. 2. 1963

Das Leben im Wasser — hauptsächlich aber das Tauchen in größere Tiefen — bringt für die marinen Säugetiere außer einer erheblichen allgemeinen Beanspruchung des gesamten Organismus vorwiegend Probleme für den Atemapparat. Insbesondere muß verhindert werden, daß die im Respirationstrakt noch enthaltene Luft entweicht, wenn sie mit zunehmender Tauchtiefe aus den leichter kompressiblen Lungenalveolen in die starrwandigeren Luftwege gepreßt wird. Gleichzeitig ist aber auch zu vermeiden, daß das bei der Nahrungsaufnahme in Mund und Rachen strömende Wasser in die Atemwege gelangt, wenn das Tier nicht ersticken soll.

Grundsätzlich sind für die Lösung dieser Probleme zwei verschiedene Wege denkbar. Entweder wird der im Zusammenhang mit dem Rachen bleibende Kehlkopf selbst fest verschlossen, oder der Kehlkopfeingang wird vom Rachen isoliert und eng mit der Nasenhöhle verbunden, die ihrerseits dann fest verschlossen wird.

Wie groß die beim Tauchen auf den Kehlkopfeingang wirkenden Kräfte werden können, wird deutlich, wenn man berücksichtigt, daß pro 10 m Tauchtiefe der Wasserdruck um 1 Atm zunimmt und Tauchtiefen von 100 m und mehr von Pinnipediern und Cetaceen häufig erreicht werden.

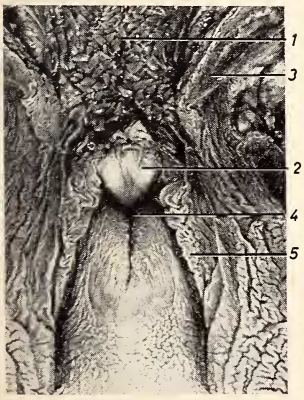


Abb. 1. Kehlkopfeingang von *Zalophus californianus*. 1. Zungengrund, 2. Epiglottis, 3. durchgeschnittener weicher Gaumen, 4. Aditus laryngis, 5. Plica epiglottica lateralis

Welche Anpassungserscheinungen an das Wasserleben zeigt nun der Robbenkehlkopf?

Die Untersuchung der Kehlköpfe von 8 Robbenarten aus 7 Gattungen der Otariidae, Phocinae und Cystophorinae deckte neben Besonderheiten an Kehlkopfskelett und Muskulatur zahlreiche charakteristische Baumerkmale an Cavum laryngis und Kehlkopfeingang auf (Schneider, 1962). So findet sich bei allen Robben ein enger schmaler Kehlkopfeingang, der in erster Linie durch die Epiglottis eingeengt wird, die sich von ventral über ihn schiebt. Dabei verfügen aber nur die Phocinae über einen Kehldeckel mit einer ausgeprägteren Pars libera, während bei den Cystophorinae und der Mähnenrobbe *(Otaria byronia)* der freie Teil der Epiglottis nur angedeutet ist. Beim kalifornischen Seelöwen *(Zalophus californianus)* schließlich wird der Kehldeckel durch ein kleines bohnenförmiges Gebilde dargestellt, das dem vorderen Teil des Kehl-

OCT 7 1963

Otaria byronia

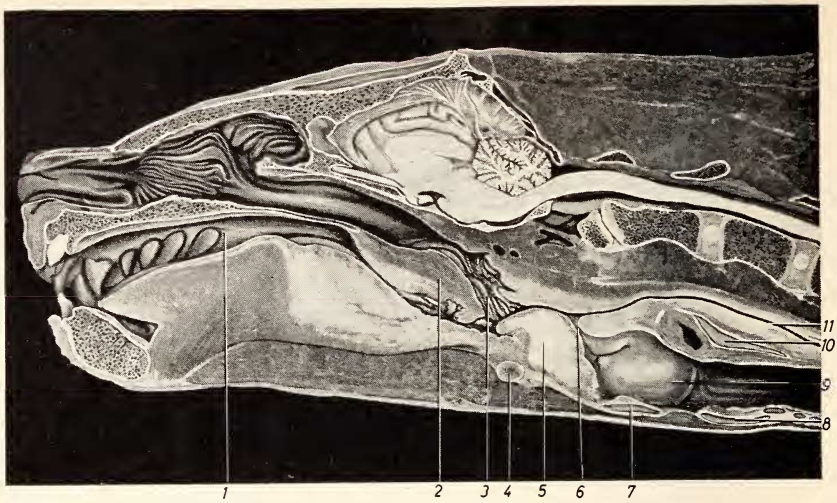


Abb. 2. Mediansagittalschnitt durch Kopf und Hals von *Otaria byronia*, weiblich. 1. Mundhöhle, 2. weicher Gaumen, 3. Epipharynx, 4. Zungenbein, 5. Epiglottis, 6. Aditus laryngis, 7. Thyreoid, 8. Arcus cricoideus, 9. Cavum laryngis, 10. Lamina cricoidea, 11. Oesophagus. Beachte die Lage des Kehlkopfes zum weichen Gaumen und zum Kehlkopfeingang. Die Auspolsterung des Speiseweges durch die Epiglottis ist deutlich zu erkennen.

kopfeinganges dicht aufsitzt und auf der Oberseite stellenweise die gleichen Papillen trägt wie der Zungengrund (Abb. 1).

Selbst bei den Phocinae (Schneider, 1962), bei denen der freie Rand des Kehldeckels relativ weit in den Pharynx ragt, wurde dieser nie hinter dem Gaumensegel gefunden. Da es vollkommen ausgeschlossen ist, daß die wesentlich kleineren Kehldeckel der Otariidae und Cystophorinae überhaupt je retrovelar liegen können, muß zumindest für alle bis jetzt untersuchten Robben eine dauernd antevelare Lage der Epiglottis angenommen werden, wie sie Abb. 2 für *Otaria byronia* zeigt (Abb. 2).

Welche besonderen Aufgaben sind von der Epiglottis der Pinnipedia zu erfüllen?

Da die Robben ihre Nahrung vorwiegend während des Tauchens bei fest verschlossenem Kehlkopf erbeuten, entfällt für die Epiglottis die wichtige Aufgabe als „Wellenbrecher" zu wirken. Eine in dieser Hinsicht bedeutungslos gewordene Epiglottis wird — sofern sie weit in den Rachen hineinragt — beim Verschlingen der Nahrung hinderlich sein, da sie den Eingang zum Hypopharnyx verengt. Für den Schluckakt muß es dagegen von Vorteil sein, wenn der Kehldeckel — wie bei den Robben — möglichst wenig in den Rachen vorspringt und der in den Pharnyx eingestülpte Teil des Kehlkopfes sich weitgehend der Rachenwand anschmiegt. So kann die Speise nicht nur ungehindert in den Oesophagus gelangen, sondern die Epiglottis polstert außerdem den vorderen Teil des Kehlkopfeingangs aus und schafft damit eine gute Gleitbahn für die Nahrung. Für diese Aufgabe scheint sie auch auf Grund ihrer mechanischen Eigenschaften besonders geeignet, denn alle Kehldeckel haben trotz unterschiedlichem Feinbau nur eine relativ geringe Stabilität und sind bei hoher Eigenelastizität gut verformbar (Schneider, 1962). In diesem Zusammenhang muß besonders das große Fettpolster auf der Oberseite der Epiglottis genannt werden, wie es Abb. 3 bei *Cystophora cristata* deutlich erkennen läßt. Schließlich sei erwähnt, daß bei allen Robben die von der Epiglottis seitlich abgehenden Falten (Plicae epiglotticae laterales) — sie sind in Abb. 1 bei *Zalophus californianus* besonders gut zu erkennen — weit nach dorsal

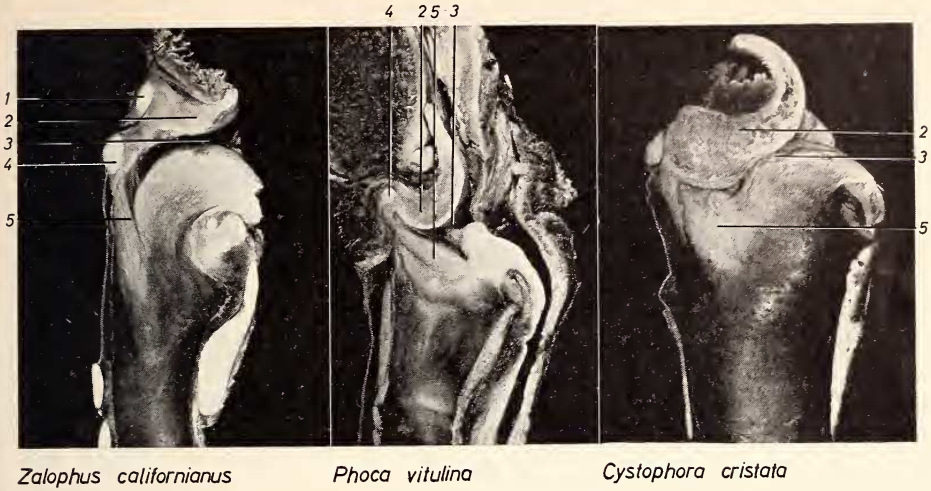


Abb. 3. Mediansagittalschnitt durch den Larynx verschiedener Robben.
1. Epiglottisknorpel, 2. Epiglottis, 3. Aditus laryngis, 4. Thyreoid, 5. Plica vocalis. Beachte den engen Kehlkopfeingang und die steil stehenden Stimmfalten.

reichen und erst in der lateralen Pharynxwand verstreichen. Hierdurch wird jederseits die Furche zwischen Kehlkopfeingang und Rachen (Sulcus laryngopharyngeus) weitestgehend abgedeckt und so die dorsal des Kehlkopfeingangs gelegene Gleitbahn noch weiter vervollkommnet.

Welche typischen morphologischen Merkmale zeigt nun das Cavum laryngis der Robben?

Das den Raum zwischen Kehlkopfeingang und Oberrand der Stimmfalte umfassende Cavum laryngis superius ist bei den Pinnipediern sehr flach, weil es von oben her durch die sich weit über den Kehlkopfeingang legende Epiglottis eingeengt wird. Außerdem wölben sich die Aryknorpel, insbesondere aber die ihnen aufsitzenden SANTORINIschen Knorpel, weit nach ventro-cranial in das Cavum laryngis superius vor. Hierdurch wird der freie Raum zu einem schmalen Spalt, der sich direkt in die Stimmritze fortsetzt, da allen von uns untersuchten Robben Taschenbänder fehlen (Abb. 3).

Die Stimmritze wird in eine zwischen den Stimmfalten gelegene Pars membranacea und eine zwischen den Aryknorpeln liegende Pars intercartilaginea unterteilt. Besonders auffallend ist dabei das Längenverhältnis beider Abschnitte zueinander, das bei den meisten Robben von der allgemein angetroffenen Situation abweicht. Diese Verhältnisse wurden in Abb. 4 graphisch dargestellt. Die Pars membranacea — in der Abbildung weiß, während die Pars intercartilaginea schwarz gehalten ist — umfaßt beim kalifornischen Seelöwen *(Zalophus californianus)* weniger als $^1/_4$; bei der Baikalrobbe *(Phoca hispida sibirica)* und der Kegelrobbe *(Halichoerus grypus)* $^1/_4$; bei der Klappmütze *(Cystophora cristata)* $^2/_5$; beim See-Elefanten *(Mirounga angustirostris)* die Hälfte und nur beim Seehund *(Phoca vitulina)* $^3/_4$ der Länge der Stimmritze, während bei der Mähnenrobbe *(Otaria byronia)* die Pars membranacea mehr als $^3/_4$ der Gesamtlänge der Stimmritze einnimmt (Abb. 4). Darüber hinaus fällt am Cavum laryngis die besondere Ausdehnung der Pars intercartilaginea in cranio-caudaler Richtung auf. Da auch die Pars membranacea wegen der Breite der Stimmfalten beträchtlich hoch ist, wird die gesamte Stimmritze zu einem schmalen aber außerordentlich hohen Raum.

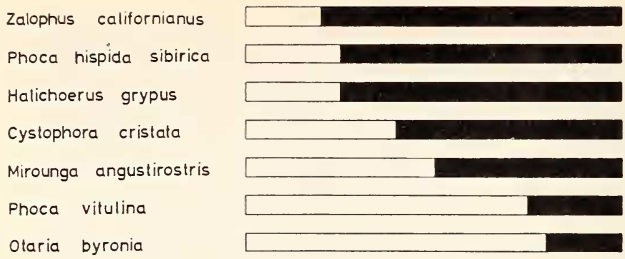


Abb. 4. Graphische Darstellung der Anteile der Stimmritze. Schwarz = Pars intercartilaginea, weiß = Pars membranacea. Geordnet nach steigender Länge der Pars membranacea

Besonders bemerkenswert sind am Cavum laryngis die teilweise sehr steil ansteigenden Stimmfalten. Um diese Erscheinung einem Vergleich besser zugänglich zu machen, wurde der Winkel gemessen, den die Kehlkopflängsachse mit einer Geraden bildet, die der Oberkante der Stimmfalte anliegt. Dabei ergab sich, daß in allen Fällen mit Ausnahme der Mähnenrobbe *(Otaria byronia)*, bei der ein stumpfer Winkel von 117° gemessen wurde, die Stimmfalten einen spitzen Winkel mit der Kehlkopflängsachse bilden, dessen Werte zwischen 17,5° und 76° lagen. Die Einzelwerte der Winkel zwischen Stimmfaltenoberrand und Kehlkopflängsachse der von uns untersuchten Robbenarten können aus Abb. 5 — linke Seite — entnommen werden. Auf der rechten Seite von Abb. 5 wurden zum Vergleich die entsprechenden Winkelwerte für einige Fissipedier dargestellt, bei denen die Stimmfalten wesentlich flacher verlaufen und der erwähnte Winkel zwischen 62° und 84° lag.

Wie sind diese Besonderheiten des Cavum laryngis der Robben im Hinblick auf die Aufgaben des Kehlkopfes zu beurteilen?

Unter Berücksichtigung der geltenden Vorstellungen von der Funktionsweise des Larynx ergibt sich, daß der Robbenkehlkopf keineswegs günstig für eine modulationsfähige Lautbildung eingerichtet ist. Diese Folgerung wird außer durch die schon genannten Baumerkmale weiter dadurch gestützt, daß die Stimmfalten bei allen untersuchten Arten auffallend derb und im wesentlichen aus einem dichten Geflecht kol-

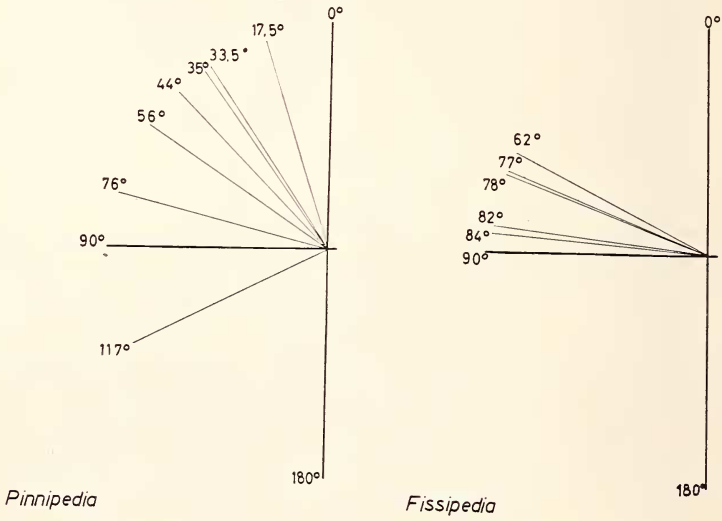
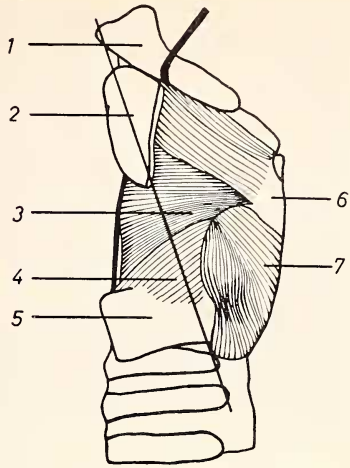


Abb. 5. Graphische Darstellung des von der Oberkante der Stimmfalte mit der Kehlkopflängsachse gebildeten Winkels. Linke Seite Pinnipeda: 17,5° *Zalophus californianus*, 33,5° *Halichoerus grypus*, 35° *Phoca hispida sibirica*, 44° *Cystophora cristata*, 56° *Mirounga angustirostris*, 76° *Phoca vitulina*, 117° *Otaria byronia*. — Rechte Seite Fissipedia: 62° *Helictis spec.*, 77° *Canis fam.*, 78° *Hyaena*, 82° *Panthera uncia*, 84° *Siamkatze*



Zalophus californianus

Abb. 6. Schematisierte Darstellung des Kehlkopfskelettes von *Zalophus californianus* in der Ansicht von links. Der größte Teil der Lamina thyreoidea ist entfernt, um den M. thyreoarytenoideus zu zeigen. Beachte die große Ausdehnung des Muskels in cranio-caudaler Richtung. Die eingezeichnete Gerade entspricht der Oberkante der Stimmfalte. Durch den steilen Verlauf der Stimmfalte wird erreicht, daß der größte Teil der Fasern des M. thyreoarytenoideus die Stimmfalte überschneidet. 1. Cornu branchiale I, 2. Lamina thyreoidea, 3. M. thyreoarytenoideus, 4. M. cricoarytenoideus lateralis, 5. Arcus cricoideus, 6. Lamina cricoidea, 7. M. cricoarytenoideus post

lagener Fasern aufgebaut sind, in das bei *Otaria byronia* große Bezirke chondroiden Gewebes eingelagert waren. Berücksichtigt man weiter, daß bei den meisten Pinnipediern die Plicae vocales nur sehr kurz sind, so ergibt sich, daß derartige Stimmfalten nur in geringem Umfange schwingungsfähig sind. Vielmehr sind sie für eine starke Druckbeanspruchung im Hinblick auf einen kräftigen und sicheren Verschluß des Respirationstraktes konstruiert, auf den auch die starke Entfaltung der inneren Kehlkopfmuskeln hinweist (Schneider, 1962). Außerdem gehen bei den Otariidae große Teile der Fasern der MM. thyreoarytenoidei und MM. interarytenoidei im Gebiet der Aryknorpel ineinander über, so daß ein dorsal geschlossener Muskelbogen entsteht. Bei *Phoca hispida sibirica* und *Halichoerus grypus* kommt es dagegen durch Vereinigung der MM. thyreoarytenoidei beider Seiten ventral zur Ausbildung einer Muskelschlinge, während beim See-Elefanten *(Mirounga angustirostris)* die inneren Kehlkopfmuskeln zu einem vollständig geschlossenen Muskelring verschmolzen sind. Schließlich ist für den sicheren Verschluß des Robbenkehlkopfes die besondere Ausdehnung der MM. thyreoarytenoidei in cranio-caudaler Richtung von großer Bedeutung. Hierdurch überkreuzen die meisten Muskelfasern in ihrem Verlauf die schrägstehenden Stimmfalten, wie es Abb. 6 für den kalifornischen Seelöwen zeigt, so daß ein besonders günstiges Wirkungsmoment für einen kräftigen und sicheren Verschluß der Stimmritze erreicht wird.

Welche Besonderheiten zeigt nun der Kehlkopf der Sirenia?

Beim Dugong finden wir am Kehlkopfeingang ganz ähnliche Verhältnisse wie bei den Robben. Der freie Teil der Epiglottis ist noch kleiner als bei den meisten Robben und ragt kaum mehr in den Rachen hinein (Abb. 7a). Jedoch überdeckt die Epiglottis den größten Teil des Aditus laryngis. Die vom Kehldeckel seitlich abgehenden Falten legen sich ähnlich wie bei *Zalophus californianus* über den Sulcus laryngopharyngeus und helfen diesen und den Aditus laryngis vom Pharynx isolieren.

Auch auf dem Mediansagittalschnitt (Abb. 7a) sieht man den engen Kehlkopfeingang deutlich. Der größte Teil der Stimmritze wird von den Aryknorpeln begrenzt. Die Lage der nicht in das Kehlkopflumen vorspringenden Stimmbänder ist nur am Schleimhautrelief zu erkennen, da hier das Epithel gegenüber den übrigen Abschnitten des Cavum laryngis vollkommen glatt und faltenfrei ist. Wie bei den Robben ziehen die

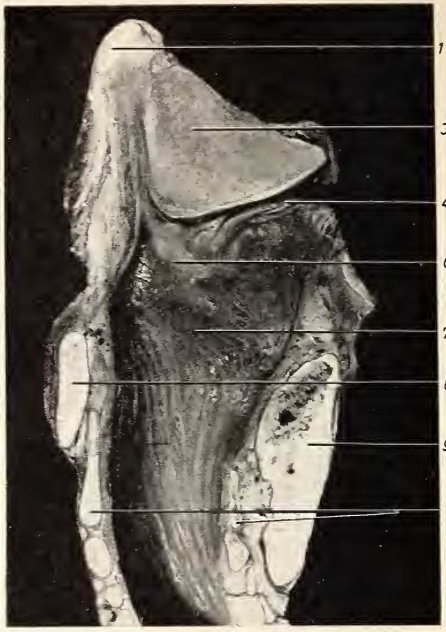


Abb. 7a. Links: Kehlkopfeingang von *Dugong dugon.* Die Plicae epiglotticae laterales sind etwas zur Seite gezogen. — *Rechts:* Mediansagittalschnitt durch den Kehlkopf von *Dugong dugon.* 1. Lamina thyreoidea, 2. Plica epiglottica lateralis, 3. Epiglottis, 4. Aditus laryngis, 5. Pharynxschleimhaut, 6. Stimmfalte, 7. Cavum laryngis, 8. Arcus cricoideus, 9. Lamina cricoidea, 10 1. Trachealknorpel

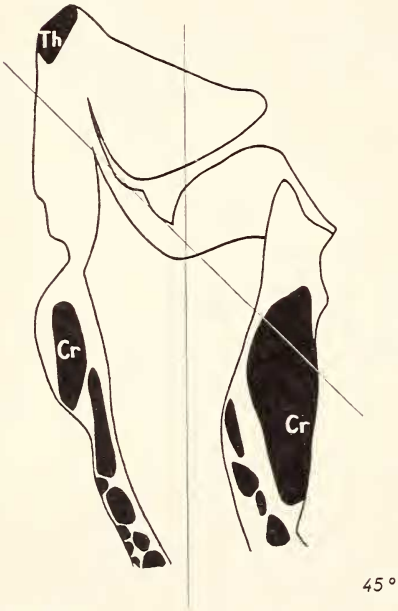


Abb. 7b. Mediansagittalschnitt durch den Kehlkopf von *Dugong dugon* (schematisiert). Es ist der Winkel zwischen Oberrand der Stimmfalte und Kehlkopflängsachse eingezeichnet

Stimmbänder schräg und bilden mit ihrem Oberrand einen Winkel von 45° zur Kehlkopflängsachse (Abb. 7b), so daß bei *Dugong dugon* fast die gleiche Situation im Hinblick auf den Verschluß des Kehlkopfes angetroffen wird wie bei den Robben. Soweit die Abbildungen von Murie (1874) einen Schluß gestatten, scheinen bei *Manatus americanus* sehr ähnliche, wenn nicht die gleichen Verhältnisse wie beim Dugong vorzuliegen.

Vollständig anders dagegen ist die Situation bei den Cetaceen, von denen die Odontoceten in diesem Zusammenhang besondere Aufmerksamkeit verdienen. Die nachfolgenden Ausführungen beruhen nur zum Teil auf eigenen Untersuchungen, sondern stützen sich auf zahlreiche Angaben in der Literatur (Eschricht, 1849; Burmeister, 1867; Macallister, 1867; Murie, 1874; Howes, 1879; Watson & Young, 1880; Rawitz, 1900; Boenninghaus, 1903; Arendsen Hein, 1914; Beddard, 1923; Huber, 1939). Insbesondere müssen aber in diesem Zusammenhang die Untersuchungen von Slijper (1936, 1962) genannt werden.

Abb. 8. Aditus laryngis von *Lagenorhynchus albirostris* in der Ansicht von caudal. Beachte den röhrenförmig verlängerten Kehlkopfeingang

Bei den Zahnwalen ist der Epiglottisknorpel extrem verlängert und mit dem Oberrand des Schildknorpels synchondrotisch oder bindegewebig verbunden. Gleichzeitig kommt es durch hohe WRISBERGsche Knorpel zu einer starken Verlängerung der Aryknorpel. Auf diese Weise wird der Kehlkopfeingang zu einem langen schnabelförmigen Rohr umgestaltet, das weit in den Rachen hineinragt (Abb. 8). Das Ende des Rohres wird vom weichen Gaumen umfaßt, dessen Muskulatur am hinteren Rand durch ringförmige Muskelzüge verstärkt ist, die den Anfangsteil des Aditus laryngis fest umschließen und ihn dauernd retropalatinal halten. Hierdurch wird eine vollständige Trennung von Luft- und Speiseweg erreicht. Ein Eindringen von Wasser in die Atemwege beim Tauchen wird durch das kräftige, als Ventil wirkende Klappensystem verhindert, das die Nasenhöhle gegen die Außenwelt abschließt und nur durch besondere Muskel zu öffnen ist. Durch festen Anschluß des Kehlkopfes an die Nasenhöhle entfällt für die Odontoceten die Notwendigkeit eines besonderen Verschlußapparates des Kehlkopfes. Obwohl eine derart enge Verbindung von Aditus laryngis und Nasenhöhle eigentlich ein Hindernis für die zu schluckende Nahrung sein sollte, scheint bei den Zahnwalen der Rachen so weit dehnbar zu sein, daß seitlich des schnabelförmigen Kehlkopfeinganges selbst große Speiseteile — wie beim „killer whale" — geschluckt werden können.

Bei den Mystacoceten, deren Kehlkopf dem allgemeinen Bautyp der Mammalia näher steht, existieren höchstwahrscheinlich nicht so enge Verbindungen zwischen Kehlkopf und Nasenhöhle. Jedoch kann offenbar der Kehlkopfeingang wegen seiner großen Epiglottis — wie bei *Balaena* — zumindest zeitweise retrovelar liegen. Leider sind zu wenig sichere Angaben über die Verhältnisse des Kehlkopfes der Bartenwale bekannt, um weitergehende Aussagen zu machen. — Fassen wir die wichtigsten Punkte unserer Untersuchungen zusammen, so ergibt sich, daß der Kehlkopf der Pinnipedia, Sirenia und Cetacea an das Leben im Wasser besonders angepaßt ist und wir zwei verschiedene Bauprinzipien zu unterscheiden haben:

1. Der Kehlkopf der Robben und Sirenia hat keine engeren Beziehungen zum weichen Gaumen. Der Verschluß des Respirationstraktes wird allein durch die besonders kräftig entwickelten inneren Kehlkopfmuskeln erreicht. Die kleine antevelar liegende Epiglottis ragt wenig in den Rachen und dient in erster Linie der Auspolsterung des ventralen Rachenabschnittes.
2. Bei den Cetaceen — insbesondere den Zahnwalen — besteht dagegen eine enge Verbindung zwischen weichem Gaumen und dem besonders umgestalteten Kehlkopfeingang, der bei den Odontoceten stets retrovelar liegt. Da der Kehlkopfeingang fest an die Nasenhöhle angeschlossen ist, kann auf eine stärker entwickelte Schließmuskulatur des Kehlkopfes verzichtet werden.

Vielleicht kann in diesem Fall die Nasenhöhle außerdem eine Ausweichmöglichkeit für die im Respirationsapparat enthaltene Luft bieten, die beim Tauchen in größeren Tiefen in die wandstärkeren Teile der Luftwege gepreßt wird. Wahrscheinlich hängt aber auch die Fähigkeit der Odontoceten, Ultraschallimpulse auszusenden, mit den besonders engen Beziehungen von Aditus laryngis und Nasenhöhle zusammen.

Zeigen nun Säugetiere, die das Wasser mehr oder weniger eng in ihren Lebensraum einbezogen haben, ähnliche Anpassungserscheinungen am Larynx wie die marinen Mammalia?

Auf diese Frage soll kurz am Schluß noch eingegangen werden. Zum Vergleich wurden die Kehlköpfe der Zwergotterspitzmaus *(Micropotamogale lamottei)* — für die

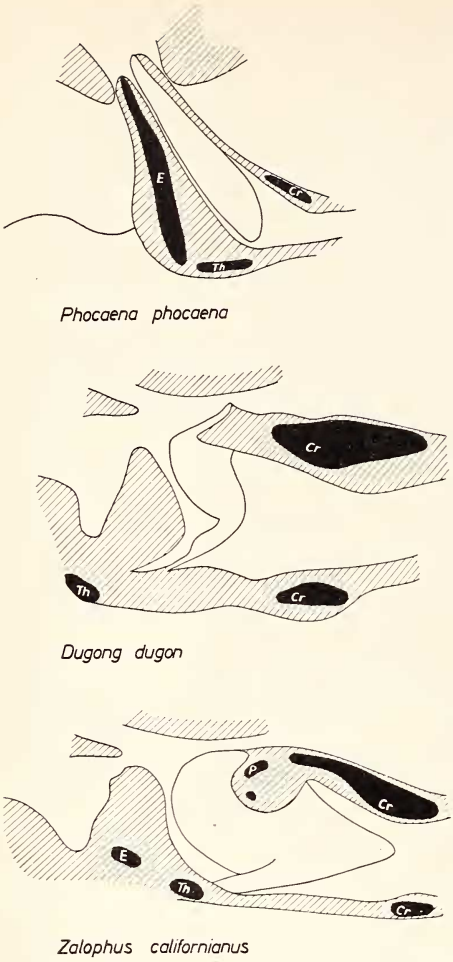


Abb. 9. Schematische Darstellung der Lageverhältnisse des Kehlkopfeingangs zum weichen Gaumen bei Pinnipedia (unten), Sirenia (Mitte) und Odontoceti (oben), dargestellt am Mediansagittalschnitt

Überlassung des Präparates danke ich Herrn Dr. Kuhn recht herzlich — des Wasserschweins *(Hydrochoerus capybara)* und des Sumpfbibers *(Myocastor coypus)* herangezogen. Bei allen drei Arten — es wurden absichtlich Formen mit unterschiedlich intensivem Kontakt zum Wasser gewählt — fanden sich keine Besonderheiten am Larynx, die wie bei den marinen Säugetieren als Anpassung an das Leben im Wasser angesehen werden können. Insbesondere fehlen alle Merkmale, die bei Robben und Sirenia als ausschlaggebend für einen sicheren und stabilen Verschluß des Larynx beobachtet wurden, da die Tiere, wenn sie tauchen, nur geringe Tiefen aufsuchen und im allgemeinen im Wasser keine Nahrung aufnehmen.

Von größerer Bedeutung sind dagegen die Beziehungen des Kehlkopfeinganges zum weichen Gaumen. Während bei *Myocastor coypus* und *Hydrochoerus capybara* (Abb. 10) der Aditus laryngis antevelar liegt, wird bei *Micropotamogale lamottei* der röhrenförmig verlängerte Kehlkopfeingang vom Gaumensegel fest umschlossen (Abb. 11). Der Kontakt ist jedoch nicht so fest, daß der Kehlkopfeingang nicht nach dem Tode vom Gaumensegel gelöst werden könnte (Abb. 11a). Abb. 11b zeigt dagegen einen Frontalschnitt durch den Kehlkopf bei natürlicher Lage des Aditus laryngis im Epipharynx umschlossen vom Gaumensegel. Diese Situation entspricht den bei den Zahnwalen beobachteten Verhältnissen weitgehend. Aber auch bei einigen anderen Insectivoren und zahlreichen Chiroptera, die keine näheren Beziehungen zum Wasser haben, finden wir eine ähnlich enge Verbindung zwischen Kehlkopfeingang und weichem Gaumen. Diese Beobachtung macht die schon bei den Odontoceten geäußerte Vermutung, daß die enge Verbindung von Aditus laryngis und Gaumensegel mit der Aussendung von Ultraschallimpulsen zusammenhängt, sehr wahrscheinlich, da eine Ultraschallortung für verschiedene Insectivora und Chiroptera bekannt ist und für die Zwergotterspitzmaus von Kuhn (1963) für wahrscheinlich gehalten wird.

Zusammenfassung

Die morphologischen Besonderheiten am Kehlkopfeingang der Robben (kleine Epiglottis, große Plicae epiglotticae laterales) und am Cavum laryngis (steil stehende Stimmfalten, hohe Rima glottidis mit großer Pars intercartilaginea) stellen Anpassungen an das Wasserleben dar. In

Abb. 10. Mediansagittalschnitt durch Kopf und Hals von *Hydrochoerus capybara.* Beachte die antevalar liegende Epiglottis. 1. Epipharynx, 2. Gaumensegel, 3. Epiglottis, 4. Cavum laryngis, 5. knöcherner Gaumen, 6. Oesophagus, 7. Trachea, 8. Zungenbein

erster Linie dienen sie dem sicheren Verschluß des Larynx und der Schaffung einer guten Gleitbahn für die Nahrung. Ähnliche Verhältnisse wie bei den Robben finden sich beim Dugong. Bei den Zahnwalen dagegen ist der Kehlkopfeingang völlig vom Rachen isoliert, da der röhrenförmig verlängerte Aditus laryngis direkt an die Nasenhöhle angeschlossen ist. Die enge Verbindung von Larynx und Nasenhöhle, wie sie auch bei *Micropotamogale lamottei* beobachtet wurde, hängt wahrscheinlich mit der Aussendung von Ultraschallimpulsen zusammen.

Summary

The morphological peculiarities at the Aditus laryngis of the pinnipedia (small Epiglottis, large Plicae epiglotticae laterales) and at the Cavum laryngis (steepness of the Plicae vocales, great Rima glottidis with a large Pars intercartilaginea) are adaptions to an aquatic live. They ensure a good closure of the larynx and provide an adequate way for the food.The Dugong shows a very similar situation as the pinnipedia. In the Odontoceti however the Aditus laryngis has a direct contact with the Cavum nasi. The intimate connection between the larynx and the nasal cavity is also found in *Micropotamogale lamottei.* It is perhaps connected with the production of ultrasounds.

Literatur

Arendsen Hein, S. A. (1914): Contributions to the anatomy of *Monodon monoceros;* Verh. Akad. Wetensch. Amsterdam, 2. Sect. **18**; 1–46. — Beddard, F. E. (1923): On the Blow-holes and nasal passages of the Cachalot *(Physeter macrocephalus);* Ann. Mag. nat. Hist. (9. Ser.); **11**, 641–655. — Boenninghaus, G. (1903); Der Rachen von *Phocaena phocaena* Less.; Zool. Jb. Abt. Anat. **17**, 1–95. — Burmeister, H. (1867): Preliminary observations on the anatomy of *Pontoporia blainvilli;* Proc. Zool. Soc. London, 484–489. — Eschricht, D. F. (1849): Zoolog. anat. physiolog. Untersuchungen über die nordischen Wallthiere. 1. Bd.; Leipzig. — Howes, G. B. (1879): On some points in the Anatomy of the porpoise *(Phocaena communis)*; J. Anat. London **14**, 467–474. — Huber, E. (1939): Anatomical notes on Pinnipedia and Cetacea; Publ. Carnegie Inst. Washington Nr. 447. — Kuhn, H. G. (1964): Zur Kenntnis von *Micropotamogale lamottei* Heim de Balsac, 1954. I. Teil; Zschr. f. Säugetierkde. (im Druck). — Macallister, A. (1867): On some points in the Anatomy of *Globiocephalus svineval* (Gray); Proc. Zool. Soc. London, 477–482. — Murie, J. (1874): On the form and structure of the

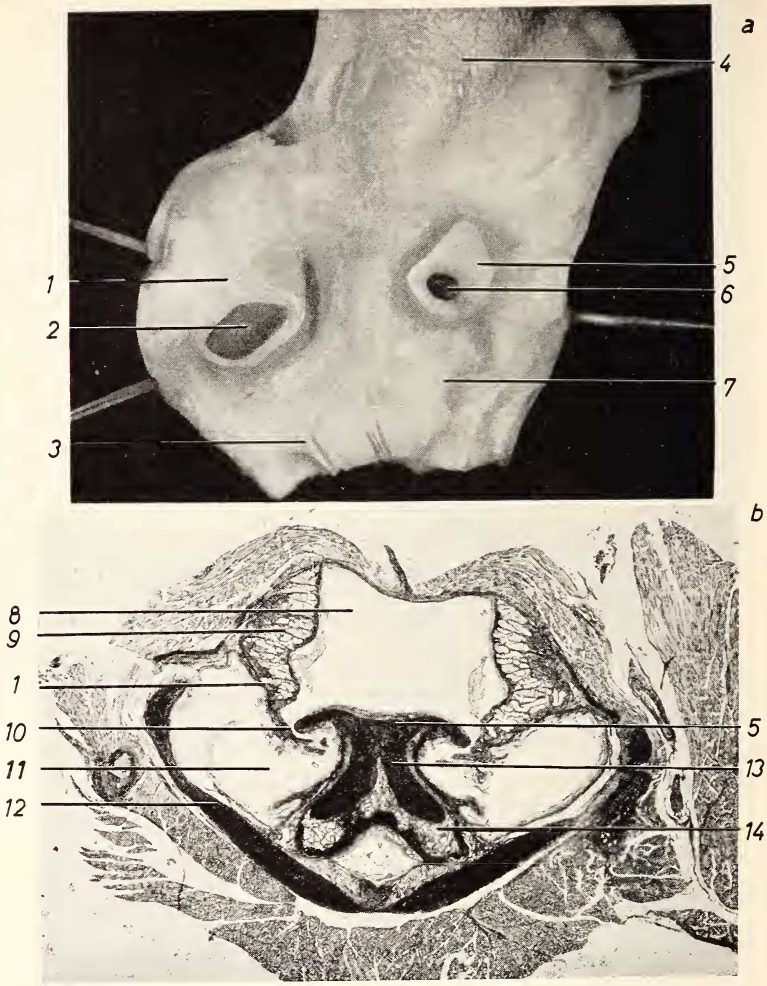


Abb. 11. Micropotamogale lamottei. a. Kehlkopfeingang in der Ansicht von oben. Der weiche Gaumen ist, nachdem der Kehlkopfeingang von ihm gelöst wurde, zur Seite geklappt. Beachte die trichterförmige Ausziehung des weichen Gaumens, die den Kehlkopfeingang umfaßt. — b. Frontalschnitt durch weichen Gaumen und Kehlkopf in situ. 1. orale Seite des weichen Gaumens, 2. Öffnung im weichen Gaumen für den Kehlkopfeingang, 3. dorsale Pharynxwand, 4. Zungenrücken, 5. Epiglottis, 6. Aditus laryngis, 7. ventrale Pharynxwand, 8. Cavum nasi, 9. Schleimdrüsen, 10. freier Rand des „Gaumentrichters", 11. Sulcus laryngopharyngeus, 12. Cartilago thyreoidea, 13. Epiglottisknorpel, 14. mucöse Drüsen der Epiglottis

Manatee *(Manatus americanus);* Trans. Zool. Soc. London, 8, 127–202. — Murie, J. (1874): On the Organization of the Caaing Whale, *Globiocephalus melas;* Trans. Zool. Soc. London, 8, 235–301. — Rawitz, B.: Die Anatomie des Kehlkopfes und der Nase von *Phocaena communis* Cuv.; Int. Mschr. Anat. Physiol. 17, 245–354. — Schneider, R. (1962): Vergleichende Untersuchungen am Kehlkopf der Robben (Mammalia, Carnivora, Pinnipedia); Morph. Jb. 103, 177–262. — Slijper, E. J. (1936): Die Cetaceen, vergleichend anatomisch und systematisch; Capita zoologica 7. — Slijper, E. J. (1962): Whales; Hutchinson, London. — Slijper,

E. J. (1962): Riesen des Meeres. Eine Biologie der Wale und Delphine; Verst. Wiss. 80. Bd.; Berlin–Göttingen–Heidelberg, Springer. — WATSON, M., & YOUNG, A. (1880): The Anatomy of the northern Beluga *(Beluga catodon,* Gray; *Delphinus leucas,* Pallas) compared with that of other Whales; Trans. roy. Soc. Edinburgh, **29**, 393–435.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. R. SCHNEIDER, Frankfurt a. M., Ludwig-Rehn-Straße 14, Senckenbergische Anatomie

Untersuchungen am Haarkleid der Ungarischen Hirtenhunde

Von Th. LOCHTE †

Eingang des Ms. 7. 9. 1962

A. Das Material

Die Haarproben der Ungarischen Hirtenhunde: Kuvasz, Komondor, Puli und Tibetterrier, sowie von Puli × Tibetterrier, Pyrenäenhirtenhund und Kurdischem Steppenhund wurden mir von Frau Dr. ERNA MOHR (Zoologisches Museum Hamburg) freundlichst zur Verfügung gestellt[1] zur Beantwortung der Frage, ob dem Puli- und Tibetterrierhaar Ähnlichkeit der Struktur zuzusprechen ist oder nicht, und ferner, ob die Haarstruktur bei Puli und Komondor tatsächlich gleich ist. Die übersandten Haarproben waren teils verzottelt, teils glatt und wohlgepflegt; sie zeigten alle den lanuginösen Haartyp.

Zur Beantwortung der Fragen gehört die Kenntnis vom Wollhaar, Grannenhaar und Leithaar. Die Struktur des Haares erfordert weiter die Untersuchung der Cuticula, der Rinde und des Markes der Haare. Da alle Haare Hundehaare waren und verschiedenes Alter aufwiesen vom neugeborenen Welpen bis zum 7 Jahre alten Althund, schien es zunächst aussichtsvoll, die Haare vom Welpenhaar an fortlaufend bis ins Alter zu untersuchen.

Die Zahl der Hunde, von denen Haare zur Untersuchung kamen, ist sehr viel größer als die derjenigen, die in vorliegender Arbeit namentlich angeführt und analysiert wurden. Letztere sind (z. T. in verschiedenem Lebensalter einzelner Tiere, von denen durch zwei Jahre hindurch Haare entnommen wurden):

Kurdischer Steppenhund *Duman,* Bes. OTTO BECKMANN, Hamburg,
Pyrenäen-Hirtenhund *Lothar v. Waldenburg,* Bes. IRMA ABT, Oberursel,
Kuvasz *Arpad v. Amselsteig,* Bes. Capt. GRAUBART, Berlin,
Kuvasz *Cäsar v. Matthiashof,* Bes. WALTER HANSEN, Hamburg,
Kuvasz *Banya v. Farmsen,* Bes. OTTO BECKMANN, Hamburg,
Komondor *Eljen v. Akjos,* Bes. WALTER HANSEN, Hamburg,
Komondor *Senta (Neubert),* Bes. Klub f. Ungar. Hirtenhunde, Berlin,
Puli *Erczy v. Burg Schwaneck,* Bes. WALTER HANSEN, Hamburg,
Puli *Amsel v. d. Herlingsburg,* Bes. WALTER LANGERBEIN, Hamburg,
Puli *Bekes v. Trautenfels,*
Puli *Bolyos v. Trautenfels*
Puli *Burkus v. Trautenfels,*
Puli × Tibetterrier *Assi v. Trautenfels,*
Puli × Tibetterrier *Arjanka v. Trautenfels,*
Puli × Tibetterrier *Alosza v. Trautenfels,*

[1] Desgleichen die Abbildungen der besprochenen Hunderassen